

УДК 621.7 (075.8)

**И. А. Курноскин<sup>1\*</sup>, С. Е. Крылова<sup>1</sup>, С. П. Оплеснин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

<sup>2</sup> ООО «Технология», г. Оренбург

\*ivan.kurnoskin@yandex.ru

## **ВЛИЯНИЕ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКЕ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ**

Разработаны составы светопоглощающего покрытия для промышленной технологии лазерного упрочнения. Показано влияние светопоглощающего покрытия на структурообразование поверхностного слоя при лазерной закалке среднеуглеродистых легированных сталей.

*Ключевые слова:* лазерная термообработка, светопоглощающее покрытие, коэффициент поглощения, трибомеханические свойства, термоупрочнение

**I. A. Kurnoskin, S. E. Krylova, S. P. Oplesnin,**

## **EFFECT OF LIGHT-ABSORBING COATING ON SURFACE LAYER STRUCTURING DURING LASER HARDENING OF MEDIUM-CARBON ALLOY STEELS**

Compositions of light-absorbing coating for industrial laser hardening technology have been Developed. The effect of the light-absorbing coating on the structure formation of the surface layer during laser hardening of medium-carbon alloy steels is shown.

*Keywords:* Laser heat treatment, light-absorbing coatings, absorption coefficient, tribomechanical properties, thermal strengthening

**И**ntenсификация технологических процессов поверхностной лазерной термообработки в значительной степени определяется расширением применения мощных концентрированных потоков энергии в виде электронного луча, а в последние годы — и лазерного излучения [1].

Лазерная термообработка имеет преимущества по сравнению с обычными методами термообработки (ТВЧ) в части обработки поверхностей сложной конфигурации, минимизации коробления и перегрева изделий, упрочнения труднодоступных мест детали.

Для осуществления лазерной закалки локальный участок поверхности массивной детали нагревают с помощью излучения до сверхкритических температур, а после прекращения действия излучения этот участок охлаждается за счет отвода тепла во внутренние слои материала. Высокая скорость охлаждения приводит к образованию закалочных структур и высокой твердости поверхности.

Известны изобретения, основанные на создании наиболее универсальных поглощающих материалов на любые металлические поверхности с более высоким интегральным коэффициентом, а также поглощения при обработке поверхности излучением лазера и способы их получения. Покрытие, поглощающее лазерное излучение и используемое при обработке металлической поверхности лазером, состоит из двух слоев, отличающихся тем, что первый слой содержит смесь органического связующего лака АС-82 (ТУ 6-10-1169–71) с сажей в объемном соотношении 3:1 соответственно и имеет толщину от 30 до 40 мкм, а второй слой содержит смесь органического связующего лака АС-82 с растворителем Р-647 (ГОСТ 18188–72) в объемном соотношении от 1:3 до 4 соответственно и имеет толщину слоя от 3 до 5 мкм.

Предложенный в работе поглощающий материал и способ его получения были апробированы в промышленных условиях при реализации технологии лазерной закалки поверхности стали 40Х [2].

Поглощающее покрытие для лазерной обработки металлической поверхности лазером состоит из двух слоев. Первый слой образован смесью лака ЛС-82 с сажей, в объемном соотношении 3:1, толщиной слоя от 30 до 40 мкм, второй слой состоит из смеси лака АС-82 с растворителем Р-647 в объемном соотношении от 1:3 до 4, толщиной слоя от 3 до 5 мкм. Способ получения поглощающего покрытия включает следующие операции: предварительно подготовленную металлическую поверхность обезжиривают, затем на металлическую поверхность наносят пульверизатором или кистью смесь лака АС-82 с сажей в объемном соотношении три к одному (3:1) соответственно толщиной от 30 до 40 мкм. Предварительно лак с сажей тщательно перемешивается, после нанесения покрытие высушивают; для нанесения второ-

го слоя покрытия в лак АС-82 добавляют примерно от 1:3 до 4 объемной части растворителя Р-647, компоненты перемешивают, после чего изделие (образец) окунают в полученный раствор и подвергают высушиванию. Объем растворителя зависит от вязкости лака и партии поставки. При этом толщина верхнего покрытия, полученного методом окунания, должна составить от 3 до 5 мкм.

Концентрация раствора подбиралась экспериментально, а контроль толщины покрытия осуществлялся с помощью метода интерферометрии. Сажа была получена от сжигания резины.

Анализ апробации покрытия показал, что наибольшая глубина зоны термического влияния достигается при использовании поглотителя в объемном соотношении 3:1 соответственно, с толщиной слоя от 30 до 40 мкм, второй слой, из смеси органического связующего (например, лак АС-82) с растворителем Р-647 в объемном соотношении от 1:3 до 4 соответственно, — с толщиной слоя от 3 до 5 мкм.



Рис. Толщина закаленного слоя:

*a* — без светопоглощающего покрытия *б* — со светопоглощающим покрытием, полученным лазерной закалкой на стали 40Х

Это обусловлено, очевидно, более высокой скоростью прогрева поглотителя и подложки, а также запаздыванием фазы высокотемпературного пиролиза слоя поглотителя без доступа кислорода. Наименьшей эффективностью обладает вариант сульфидирования поверхности. Кроме этого, сульфиды способны внедряться в поверхностный слой обрабатываемой поверхности и, обладая локально высокой твер-

достью, негативно влияют на трибомеханические свойства поверхностного слоя. Это было подтверждено испытаниями на износостойкость образцов [1].

### **Литература**

1. Разработка технологии лазерной закалки поверхностного слоя тел вращения из среднеуглеродистых сталей / И. А. Курносин [и др.] // Сб. материалов Международной молодежной научной конференции «Студенческие научные общества — экономике регионов». 2018. № 1. С. 299–306.
2. Влияние технологических параметров лазерной закалки на структурообразование поверхностного слоя среднеуглеродистых легированных сталей / И. А. Курносин [и др.] // Актуальные проблемы физического металловедения сталей и сплавов. 2018. № 1. С. 71–73.